

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-329697

(43)Date of publication of application : 19.11.2003

(51)Int.Cl.

G01P 5/10

G01F 1/684

(21)Application number : 2002-135283

(71)Applicant : YAMATAKE CORP

(22)Date of filing : 10.05.2002

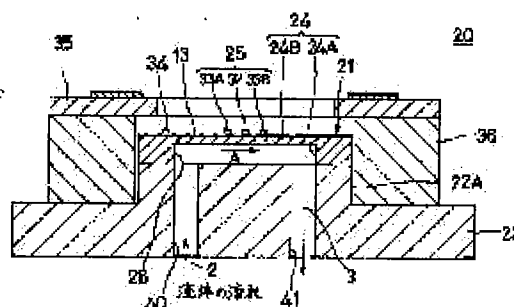
(72)Inventor : SEKI KOJI  
 ZUSHI NOBUHIKO  
 IKE SHINICHI  
 NAKANO MASASHI  
 NAKADA TARO  
 JOUNTEN SHOJI

## (54) FLOW SENSOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flow sensor that has a small variation in flow velocity or in flow rate characteristic due to fluid's pressure variation and is upgraded in precision, reproducibility, reliability and endurance, and is manufacturable with reduced parts number.

SOLUTION: The sensor is provided with a flow path forming member 22 and a sensor chip 21 for forming the flow path 3 of a fluid 2 together with the flow path forming member 22. The sensor chip 21 comprises a substrate 24 and a flow velocity detecting means 25, etc. The substrate 24 comprises a thick fixed part 24A and a thin part 24B. The fixed part 24A is joined to the flow path forming member 22, and the flow velocity detecting means 25 and a surrounding temperature detecting means 34 are formed thereon through an electrical insulating film 13 on the opposite surface of the surface contacting with the fluid 2 of the thin part 24B.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3683868

[Date of registration] 03.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(2)

特開2003-329697

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流路形成部材とともに被測定流体の流路を形成する基板とからなるフローセンサにおいて、前記基板に、薄肉部と、この薄肉部を取り囲む厚肉の固定部とを一体形成し、前記薄肉部の流路側とは反対側の面に流速検出手段を設けたことを特徴とするフローセンサ。

【請求項2】 請求項1記載のフローセンサにおいて、流路形成部材と基板が一体に形成されていることを特徴とするフローセンサ。

【請求項3】 被測定流体が流れる配管にセンサ取付孔を形成し、このセンサ取付孔を覆う基板を前記被測定流体に接するように配設し、前記基板に、薄肉部と、この薄肉部を取り囲む厚肉の固定部とを一体形成し、前記薄肉部の前記被測定流体に接する面とは反対側の面に流速検出手段を設けたことを特徴とするフローセンサ。

【請求項4】 請求項1、2または3記載のフローセンサにおいて、基板がステンレス、サファイア、セラミックスのうちのいずれか一つによって形成されていることを特徴とするフローセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流路中を流れる流体の流速または流量計測に用いられるフローセンサ、特に熱式のフローセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】流体の流速や流量を計測する熱式のフローセンサは、流速検出手段を備えたセンサチップを配管内に計測すべき流体の流れに対して平行になるように設置し、発熱体（ヒーター）から出た熱による流体の空間的温度分布に流れによって偏りを生じさせ、これを温度センサで検出（傍熱型）するか、または流体により発熱体の熱が奪われることによる電力の変化や抵抗の変化を検出（自己発熱型）することで、流速または流量を計測するようにしている。

【0003】図9（a）、（b）は従来のフローセンサの正面図および断面図である。このフローセンサ1は、流体2の流路3を形成する流路形成部材4と、この流路形成部材4の前方側開口部4aに周縁部が接合された基板5と、この基板5の表面に電気絶縁膜13を介してボルトなどにより押し当てて固定（圧着）されたプレート6とを有し、基板5の中央部がダイアフラム部5Aを形成し流速検出手段を構成する発熱体と2つの抵抗体（温度センサ）およびその回路パターン7が周知の薄膜形成技術によって形成されている。基板5は薄肉状に形成さ

2

S316系のステンレス鋼が用いられる。

【0004】前記プレート6は、中央に前記ダイアフラム部5Aと略同一の大きさの貫通孔8を有し、またこの貫通孔8には電極9が組み込まれている。電極9は、金属製フレーム10に複数本の端子ピン11をハーメチックガラス12によって封止したものが用いられ、各端子ピン11の一端が前記回路パターン7にロー付けまたは半田付けによって接続されている。

【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来のフローセンサ1は、薄肉状に形成した基板5の表面にプレート6をボルトで締め付けて圧着しているだけであるため、基板5とプレート6の機械的および熱的接触が不確実で不安定であり、ダイアフラム部5Aの温度分布が不安定になっている。よって、流体2の圧力変化に伴い基板5のダイアフラム部5Aが面方向に弾性変形すると、基板5とプレート6の接触状態が変化し、ダイアフラム部5Aの温度分布が変化するため、センサの流速または流量特性やゼロ点がシフトし、精度、再現性、信頼性および耐久性に欠けるという問題があった。特に、流路内が負圧の場合には、基板5とプレート6が離れてしまい、特性が大きく変化してしまうという問題があった。また、プレート6、および基板5とプレート6の圧着手段等の部品点数が増加し、形状が大きくて複雑になるという問題もあった。

30 【0006】本発明は上記した従来の問題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、流体の圧力変化による流速または流量特性の変化を小さくすることにより、精度、再現性、信頼性、耐久性を向上させるとともに、部品点数を削減して製作し得るようにしたフローセンサを提供することにある。また、流路内が負圧または真空状態のときゼロ点調整（補正）を行い、加圧状態で流量計測を行いたいという半導体製造装置関連などでの実用上のニーズにも応えることができるフローセンサを提供することにある。

【0007】

40 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために第1の発明は、流路形成部材とともに被測定流体の流路を形成する基板とからなるフローセンサにおいて、前記基板に、薄肉部と、この薄肉部を取り囲む厚肉の固定部とを一体形成し、前記薄肉部の流路側とは反対側の面に流速検出手段を設けたものである。

【0008】第1の発明においては、基板が厚肉の固定部と薄肉部とで一体形成されているので、流体の圧力変化によって薄肉部が弾性変形しても、薄肉部の固定端の位置が変化しない。

vi

(3)

特開2003-329697

3

板を一つの部材で形成しているのので、流体がリークすることがなく、部品点数も削減できる。

【0011】第3の発明は、被測定流体が流れる配管にセンサ取付孔を形成し、このセンサ取付孔を覆う基板を前記被測定流体に接するように配設し、前記基板に、薄肉部と、この薄肉部を取り囲む厚肉の固定部とを一体形成し、前記薄肉部の前記被測定流体に接する面とは反対側の面に流速検出手段を設けたものである。

【0012】第3の発明においては、基板が配管のセンサ取付孔に直接取付けられるので、流路形成部材が不要となる。また、大口径の配管にも容易に取付けられるので、大流量の計測も可能となる。

【0013】第4の発明は、上記第1、第2または第3の発明において、基板がステンレス、サファイア、セラミックスのうちのいずれか一つによって形成されているものである。

【0014】第4の発明においては、基板材料として、ステンレス、サファイアまたはセラミックスが用いられる。ステンレスは導電材料であるため、電気絶縁膜が形成され、サファイア、セラミックスは絶縁材料であるため、その必要がない。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明によるフローセンサの第1の実施の形態を示す断面図、図2はセンサ部の正面図である。これらの図において、全体を符号20で示すフローセンサは、センサチップ21と、このセンサチップ21とともに流体2の流路3を形成する流路形成部材22等で構成されている。

【0016】前記センサチップ21は、基板24と、この基板24の表面中央に形成された流速検出手段25等で構成されている。

【0017】前記基板24は、薄くて細長い矩形状の板状に形成され、外周縁部が厚肉の固定部24Aを形成し、前記流路形成部材22の表面に接合されている。基板24の中央部は、裏面側に長円形の凹部26が形成されることにより薄肉部24Bを形成している。この薄肉部24Bは、膜厚が50～150μm程度で、ダイヤフラム構造のセンサ部を形成している。なお、薄肉部24Bの流れの方向（矢印A方向）と垂直方向（短手方向）の長さ（幅）は、強度（耐圧）の点で1～3mm程度が好ましい。また、凹部26は長円形としたが、これに限らず円形、矩形などであってもよい。

【0018】前記基板24の材質としては、熱伝導率がシリコンに比べて低く、耐熱性、耐食性および剛性の高い材料、例えばステンレス、サファイアまたはセラミッ

4

【0019】基板24がステンレス製の場合、センサ部を構成する薄肉部24Bの板厚が50μm以下であると強度が低下するため好ましくない。また、150μm以上であると、基板24の厚さ方向、つまり流体2と前記流速検出手段25との間の熱の伝導効率が低下するとともに、基板24の面と平行な方向の伝熱（熱漏出）が増加するため好ましくない。なお、基板24の固定部24Aは薄肉部24Bの形状保持とヒートシンクの役割を果たす。

【0020】前記基板24の凹部26は、フォトリソグラフィ技術とエッチング技術、エンドミルまたはその複合技術によって形成される。フォトリソグラフィ技術とエッチング技術による場合は、まず、ステンレス製のウエハの裏面全体にレジストをスピンコートなどによって塗布するか、レジストフィルムを貼付け、紫外線（または電子線）を照射して前記レジストにマスクパターンを転写露光する。次に露光されたレジストを現像液で現像し、レジストの不要部分を除去する。露光された部分を残すか除去するかで、ネガ型レジストまたはポジ型レジストを選定する。レジストが除去された部分はウエハが露出しており、この露出している部分をウェットエッチングまたはドライエッチングによって厚さが50～150μm程度になるまで除去する。そして、残っているレジストを剥離、除去して洗浄すると、薄肉部24Bと凹部26が形成される。ウェットエッチングの場合は、エッチング液に浸漬またはスプレーして少しずつ溶解させる。ドライエッチングの場合は、スパッター、プラズマ等によってイオンや電子をウエハの裏面に照射し、少しずつ削っていくことで形成することができる。なお、基板24がセラミックスの場合には、始めから凹部26をもった形で基板24を焼成して製作しても良い。

【0021】前記薄肉部24Bの前記流体2側とは反対側の面（裏面）は鏡面研磨され、電気絶縁膜13が全面にわたって形成されている。また、この電気絶縁膜13の表面には、複数の電極パッド30（30a～30f）および配線用金属薄膜31を含む前記流速検出手段25と周囲温度検出手段34が周知の薄膜成形技術によって形成されている。例えば、白金等の材料を電気絶縁膜13の表面に蒸着し、所定のパターンにエッチングすることにより形成され、流速検出手段25と周囲温度検出手段34が電極パッド30に配線用金属薄膜31を介してそれぞれ電気的に接続されている。さらに、各電極パッド30は、基板24の上方にスペーサ36を介して設けたプリント配線板35の電極端子に図示を省略したボンディングワイヤを介して接続されている。

【0022】前記電気絶縁膜13としては、例えば厚さ

1

(4)

特開2003-329697

5

G（スピニンググラス）等により形成することができる。窒化シリコン膜は、スパッタリングやCVD等によって形成することができる。

【0023】前記流速検出手段25、周囲温度検出手段34を図2に基づいてさらに詳述すると、流速検出手段25は、1つの発熱体32（抵抗ヒータ）と2つの温度センサ33A、33Bとからなり、傍熱型の流速検出手段を形成している。発熱体32は、薄肉部24Bの略中央に位置するように形成されている。2つの温度センサ33A、33Bは、発熱体32を挟んで流体2の流れ方向の上流側と下流側にそれぞれ位置するように形成されている。

【0024】前記周囲温度検出手段34は、周囲温度、つまり流体2の温度が変化するとき、その変化を補償するために用いられるもので、薄肉部24Bの外周寄りで上流側の温度センサ33Aよりさらに上流側に形成されている。発熱体32のパターン幅は10～50μm、温度センサ33A、33Bおよび周囲温度検出手段34のパターン幅は5～20μm程度が好ましい。なお、周囲温度検出手段34が発熱体32からの熱の影響を受けてしまう場合には、周囲温度検出手段34は、基板24の薄肉部24Bではなく、厚肉の部分（固定部24A）など周囲温度の検出に最適な他の箇所に形成する。また、外付けの温度センサで代用してもよい。

【0025】前記流路形成部材22は、前記基板24と同様にステンレス製の細長い金属板からなり、表面中央に突設された外形が基板24と略等しい凸部22Aと、2つの貫通孔40、41を有し、前記凸部22Aの上面に前記基板24の固定部24Aが接合され、貫通孔40、41と前記基板24の凹部26が互いに連通して前記流体2の流路3を形成している。流路3の形状は、凹部26において長円形でなくてもよいが、流体2の流れの方向が明確でスムーズに流れる形状が好ましい。このような流路形成部材22を前記基板24と同一材料であるステンレスによって形成すると、YAGレーザー溶接等により異種金属を使用せずに両部材を溶接することができる。なお、流路形成部材22は、アルミニウム、セラミックスなどでもよく、その場合はリングとボルト等を使用して接合する。勿論、流路形成部材22がステンレスの場合でも、同様にリングとボルト等を使用して接合してもよい。

【0026】図3はフローセンサ20の定温度差回路を示す図である。同図において、発熱体32、周囲温度検出手段34および3つの固定抵抗R1、R2、R3はブリッジ回路を形成し、これとオペアンプ（OP1）とで定温度差回路を構成している。OP1は、ブリッジ回路

6

体32が周囲温度センサ34よりも常に一定温度高くなるように抵抗値が設定されている。

【0027】図4はフローセンサ20のセンサ出力回路を示す図である。同図において、2つの温度センサ33A、33Bと2つの固定抵抗R4、R5はブリッジ回路を形成し、これとOP2とでセンサ出力回路を構成している。

【0028】このようなフローセンサ20において、図3に示す定温度差回路のブリッジ回路への通電によって発熱体32を周囲温度よりもある一定の高い温度に加熱した状態で流体2を図1の矢印方向に流すと、薄肉部24Bは流体2によってその流速に比例して熱を奪われるため、発熱体32も熱を奪われて抵抗値が下がる。このため、ブリッジ回路の平衡状態が崩れるが、OP1によってその反転入力・非反転入力間に生じる電圧に応じた電圧がブリッジ回路に加えられるので、流体2によって奪われた熱を補償するように発熱体32の発熱量が増加する。その結果、発熱体32の抵抗値が上昇することにより、ブリッジ回路は平衡状態に戻る。したがって、平衡状態にあるブリッジ回路にはその流速に応じた電圧が加えられていることになる。なお、図3の定温度差回路の用い方としては、ヒータにセンサを共用させると、ブリッジ回路に加えられる電圧のうち発熱体32の端子間電圧を電圧出力として出力させることも可能である。

【0029】流体2の流れによって発熱体32近傍の温度分布が崩れると、発熱体32の上流側に位置する温度センサ33Aと下流側に位置する温度センサ33Bの間に温度差が生じるので、図4に示すセンサ出力回路によってその電圧差または抵抗値差を検出する。2つの温度センサ33A、33Bの温度差は流体2の流速に比例する。そこで、予め流路断面平均流速または流量と温度差、つまり前記センサ出力回路によって検出された電圧差または抵抗値差との関係を校正しておけば、前記電圧差または抵抗値差から実際の流路断面平均流速または流量を計測することができる。なお、流速検出手段25と周囲温度検出手段34との構成は、上記した実施の形態に限らず種々の変更が可能である。また、周囲温度検出手段34は発熱体32からの熱の影響を受けず、流体温度を検出できるところに配置する。

【0030】このような構造からなるフローセンサ20によれば、基板24の外周部を厚肉の固定部24Aとして流路形成部材22の表面に接合し、中央部をダイアフラム構造の薄肉部24Bとし、この薄肉部24Bの流体2が接触しない表面側に流速検出手段25と周囲温度検出手段34を形成しているので、図8に示したプレート6を基板24に圧着する必要がなく、流体2の圧力変化

M

1

(5)

特開2003-329697

7

ができる。特に、ゼロ点のシフトが小さいため、高い測定精度が得られ、センサの信頼性および耐久性を向上させることができる。

【0031】図5は本発明の第2の実施の形態を示す断面図、図6は基板の平面図である。この実施の形態は、ヘッダ型と呼ばれるタイプのフローセンサに適用したものである。ヘッダ型フローセンサ50は、流体2が流れる配管壁51に設けたセンサ用取付孔52に外部から嵌挿され、溶接またはOリングとボルト等によって固定されるもので、ブラケット53とセンサチップ54とで容器を構成し、内部にプリント基板55を収納している。

【0032】ブラケット53は、ステンレス鋼によって両端が開放する筒状に形成されて前記センサ用取付孔52に外側から嵌合され、フランジ53Aが前記配管51の外周面に接合されている。一方、ブラケット53の内端面、すなわちフランジ53A側とは反対側の開口端面には、前記センサチップ54が接合されている。

【0033】前記センサチップ54は、上記した実施の形態と同様にステンレス鋼等によって形成された基板56を備えている。基板56は、前記ブラケット53の内端面に接合され、前記配管51のセンサ取付孔52を気密に覆い、前記ブラケット53側の面56aに第1、第2の凹部57a、57bが形成され、この面56aと反対側の面56bが前記配管51内を流れる流体2との接触面を形成している。また、基板56の前記凹部57a、57bが形成されている部分は、ダイヤフラム構造の薄肉部56B1、56B2を形成し、それ以外が固定部56Aを形成し、前記ブラケット53の内端面に接合されている。

【0034】前記第1の凹部57aは、基板56の略中央に形成され、第2の凹部57bは第1の凹部57aより上流側に形成されている。第1、第2の凹部57a、57bの底面には、電気絶縁膜13がそれぞれ形成されており、その上に流速検出手段25と周囲温度検出手段34が形成されている。すなわち、本実施の形態においては、流速検出手段25の発熱体32（図1）の発熱による周囲温度検出手段34への影響を防止するために、2つの凹部57a、57bを設け、これらの凹部に流速検出手段25と周囲温度検出手段34を別々に配置したものである。なお、それぞれの凹部57a、57bは、強度（耐圧）の点から直径が1～3mm程度の円形が好ましいが、他の形状であってもよい。

【0035】このようなセンサチップ54は、上記した実施の形態と同様に製作されるが、この場合は凹部57a、57bの底部に位置するそれぞれの薄肉部56B1、56B2表面にパターンを形成する際のフォトリソ

8

57を形成し、周囲温度検出手段34としては、固定部56A上に形成するようにしてもよい。

【0036】このような構造からなるフローセンサ50においても、上記した第1の実施の形態と同様な効果が得られることは明らかであろう。

【0037】図8（a）、（b）は本発明の第3の実施の形態を示す断面図およびA-A線断面図である。この実施の形態は、センサチップを構成する基板をステンレス製のパイプ61によって形成し、このパイプ61の中心孔を流体2の流路3として用いるようにしている。このため、上記した第1の実施の形態における流路形成部材22が不要で、センサチップ自体が流路形成部材を兼用している。言い換えれば、フローセンサ60のセンサチップと流路形成部材をパイプ61によって一体に形成している。パイプ61は、断面形状が円形のものに限らず、矩形、楕円形等の非円形のものであってもよい。

【0038】前記パイプ61は、外周面の長手方向中央部に形成された凹部64を有し、この凹部64とパイプ61の内周との間の肉厚部分が薄肉部65を形成している。凹部64は、エッチングまたはエンドミルやプレス等の機械加工あるいはその複合技術によって形成される。

【0039】前記薄肉部65の流体2に接する面とは反対側の面は鏡面仕上げされ、電気絶縁膜13によって被覆されている。また、この電気絶縁膜13の表面中央部には、図2に示した複数の電極パッド30および配線用金属薄膜31を含む流速検出手段25と周囲温度検出手段34が周知の薄膜形成技術によって形成されている。なお、パイプ61がセラミックス等の絶縁体の場合には、上記した電気絶縁膜13は不要である。また、周囲温度検出手段34は、温度検出に最適な場所に形成してもよい。また、外付けのセンサで代用してもよい。

【0040】このような構造からなるフローセンサ60によれば、1本のパイプ61が流路形成部材とセンサチップの基板を兼用するため、接合部がなく流体2がリークすることがなく、さらに部品点数が少ないため、信頼性の高いフローセンサを製作することができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係るフローセンサによれば、流体の圧力変化によるセンサチップの流速または流量特性の変化が小さく、センサの測定精度、再現性、信頼性および耐久性を向上させることができ、しかも部品点数を削減して製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るフローセンサの第1の実施の形態を示す断面図である。

1

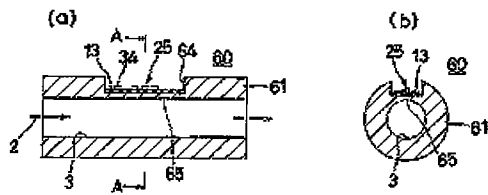




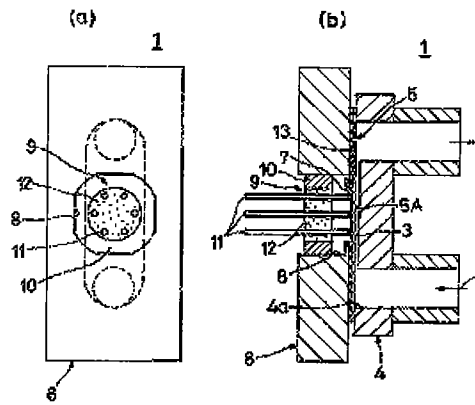
(7)

特開2003-329697

【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 池 信一  
東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会  
社山武内

(72)発明者 中野 正志  
東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会  
社山武内

(72)発明者 中田 太郎  
東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会  
社山武内

(72)発明者 上道天 昭司  
東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会  
社山武内

Fターム(参考) 2F035 EA05 EA08